ПРОГРАММА
вступительного экзамена по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы (группа научных специальностей 1.1. Математика и механика)

1. Организация вступительного испытания

Форма проведения вступительного испытания*:* устный ответ на вопросы экзаменационного билета. Билет вступительного испытания содержит 2 вопроса.

Язык проведения вступительных испытаний – русский.

2. Содержание вступительного экзамена.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
	Раздел 1. Механика сплошной среды	
1.	Тема 1. Вводные положения	Сплошные среды как непрерывные континуумы. Области приложения механики жидкости, газа и плазмы. Механические модели, теоретическая схематизация и постановка задач, экспериментальные методы исследований. Основные исторические этапы в развитии механики жидкости, газа и плазмы.
2.	Тема 2. Кинематика деформируемых континуумов	Системы координат и системы отсчета. Системы отсчета наблюдателя и система отсчета подвижная. Точки зрения Эйлера и Лагранжа при изучении движения сплошной среды. Закон движения сплошной среды. Поле перемещений, поле скоростей, поле температур, поле внутренних напряжений, электромагнитное поле и т.п. Определение и свойства кинематических характеристик движения.
3.	Тема 3. Основные понятия и уравнения динамики	Масса и плотность. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости. Массовые и поверхностные, внутренние и внешние силы. Примеры сил. Уравнения количества движения и моментов количества движения. Динамические дифференциальные уравнения движения сплошной среды. Элементарная работа внутренних массовых и поверхностных сил. Понятие о параметрах состояний, процессах и циклах. Закон сохранения энергии и понятие о внутренней энергии. Понятие о потоке тепла и температуре и внутренней энергии. Уравнение притока тепла. Законы для притока тепла за счет теплопроводности. Различные частные процессы: адиабатический, изотермический и др. Обратимые и необратимые процессы. Совершенный газ. Цикл Карно. Второй закон термодинамики. Энтропия и абсолютная шкала температур.
4.	Тема 4. Механическое подобие, моделирование.	Система определяющих параметров для выделенного класса явлений в теории и при постановке экспериментов. Величины с основными и производными размерностями. Формула размерностей. Определение физического подобия. Моделирование. Критерии подобия. Числа Эйлера, Маха, Фруда, Рейнольдса, Струхаля, Прандтля.
	Раздел 2. Гидроаэромеханика	

5.	Тема 5. Общая теория движения жидких и газообразных сред	Модели идеальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей и совершенного газа. Уравнений Эйлера. Баротропные процессы и различные виды интеграла Коши-Лагранжа и интеграла Бернулли. Теорема Томсона и динамические теоремы о вихрях. Модель вязкой жидкости. Законы Навье-Стокса. Диссипация энергии в вязкой теплопроводной жидкости. Применение интегральных соотношений к конечным объемам материальной среды при установившемся движении. Теория реактивной тяги и теория идеального пропеллера. Явление кавитации.
6.	Тема 6. Движение идеальной жидкости	Общая теория непрерывных потенциальных движений несжимаемой жидкости. Свойства гармонических функций. Кинематическая задача о произвольном движении твердого тела в неограниченном объеме идеальной несжимаемой жидкости. Энергия, количество движения и момент количества движения жидкости при движении в ней твердого тела. Обтекание сферы. Силы воздействия идеальной жидкости на тело, движущееся в безграничной массе жидкости. Парадокс Даламбера. Применение методов теории аналитических функций комплексного переменного для решения плоских задач гидродинамики и аэродинамики. Плоские задачи о стационарном обтекании жидкостью профиля. Формулы С.А.Чаплыгина и теорема Н.Е.Жуковского. Правило Н.Е.Жуковского и С.А.Чаплыгина определения циркуляции вокруг крыльев с острой задней кромкой. Определение поля скоростей по заданным вихрям и источникам. Прямолинейный и кольцевой вихри. Законы распределения давлений, силы, обуславливающие вынужденные движения прямолинейных вихрей в плоском потоке. Возникновение вихрей. Постановка задачи и основные результаты теории крыла конечного размаха. Несущая линия и несущая поверхность. Постановка задачи Коши-Пуассона о волнах на поверхности тяжелой несжимаемой жидкости. Волновое сопротивление при плоском движении жидкости.
7.	Тема 7. Движения вязкой жидкости. Теория пограничного слоя.	Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости в цилиндрических трубах. Задача о движении сферы вязкой жидкости в постановке Стокса. Управление ламинарного пограничного слоя в несжимаемой жидкости и в газе. Задача Блазиуса. Интегральные соотношение и основные на их использовании приближенные методы в теории ламинарного слоя. Турбулентность. Турбулентные движения жидкости в цилиндрических трубах. Опыт Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Явление отрыва пограничного слоя. Полуэмпирические теории турбулентности. Определение сопротивления тел с учетом пограничного слоя. Теплообмен с газовым потоком на основе теории пограничного слоя.
8.	Тема 8. Газовая динамика.	Теория распространения звука. Проблемы дифракции звука. Линейная теория сверхзвукового обтекания тонких профилей и тел вращения. Кинематика распространения волн, фазы, амплитуда. Запаздывающие потенциалы. Эффект Доплера, линии Маха. Характеристики уравнений в частных производных. Одномерные неустановившиеся движения газов с плоскими, цилиндрическими и сферическими волнами. Автомодельные движения и классы соответствующих задач. Простая волна Римана и эффект опрокидывания волны. Качественное описание решения задачи о распаде сильного разрыва. Метод характеристик. Течение Прандтля-Майера. Обтекание сверхзвуковым потоком газа клина и конуса. Понятие об обтекании тел газом с отошедшей ударной волной.

3. Перечень вопросов к вступительному экзамену.

1. Сплошные среды как непрерывные континуумы.
2. Области приложения механики жидкости, газа и плазмы.
3. Механические модели, теоретическая схематизация и постановка задач, экспериментальные методы исследований.
4. Основные исторические этапы в развитии механики жидкости, газа и плазмы.
5. Системы координат и системы отсчета.
6. Точки зрения Эйлера и Лагранжа при изучении движения сплошной среды.
7. Определение и свойства кинематических характеристик движения.
8. Масса и плотность.
9. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа.
10. Массовые и поверхностные, внутренние и внешние силы.
11. Элементарная работа внутренних массовых и поверхностных сил.
12. Закон сохранения энергии и понятие о внутренней энергии.
13. Совершенный газ. Цикл Карно.
14. Второй закон термодинамики.
15. Модели идеальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей и совершенного газа.
16. Модель вязкой жидкости. Законы Навье-Стокса. Явление кавитации.
17. Общая теория непрерывных потенциальных движений несжимаемой жидкости.
18. Силы воздействия идеальной жидкости на тело, движущееся в безграничной массе жидкости.
19. Применение методов теории аналитических функций комплексного переменного для решения плоских задач гидродинамики и аэродинамики.
20. Плоские задачи о стационарном обтекании жидкостью профиля.
21. Формулы С.А.Чаплыгина и теорема Н.Е.Жуковского.
22. Правило Н.Е.Жуковского и С.А.Чаплыгина определения циркуляции вокруг крыльев с острой задней кромкой.
23. Прямолинейный и кольцевой вихри. Возникновение вихрей.
24. Законы распределения давлений, силы, обуславливающие вынужденные движения прямолинейных вихрей в плоском потоке.
25. Несущая линия и несущая поверхность.
26. Постановка задачи Коши-Пуассона о волнах на поверхности тяжелой несжимаемой жидкости.
27. Волновое сопротивление при плоском движении жидкости.
28. Определение поля скоростей по заданным вихрям и источникам.
29. Постановка задачи и основные результаты теории крыла конечного размаха.
30. Задача о движении сферы вязкой жидкости в постановке Стокса.
31. Управление ламинарного пограничного слоя в несжимаемой жидкости и в газе.
32. Интегральные соотношение и основные на их использовании приближенные методы в теории ламинарного слоя.
33. Явление отрыва пограничного слоя.
34. Полуэмпирические теории турбулентности.
35. Определение сопротивления тел с учетом пограничного слоя.
36. Теплообмен с газовым потоком на основе теории пограничного слоя.
37. Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости в цилиндрических трубах.
38. Турбулентные движения жидкости в цилиндрических трубах.
39. Опыт Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса.
40. Теплообмен с газовым потоком на основе теории пограничного слоя.
41. Теория распространения звука.
42. Проблемы дифракции звука.
43. Кинематика распространения волн, фазы, амплитуда. Запаздывающие потенциалы.
44. Простая волна Римана и эффект опрокидывания волны.
45. Эффект Доплера, линии Маха.
46. Характеристики уравнений в частных производных.
47. Одномерные неустановившиеся движения газов с плоскими, цилиндрическими и сферическими волнами.
48. Автомодельные движения и классы соответствующих задач.

49. Обтекание сверхзвуковым потоком газа клина и конуса.
50. Понятие об обтекании тел газом с отошедшей ударной волной.
51. Метод характеристик. Течение Прандтля-Майера.
52. Система определяющих параметров для выделенного класса явлений в теории и при постановке экспериментов.
53. Критерии подобия. Числа Эйлера, Маха, Фруда, Рейнольдса, Струхаля, Прандтля.
54. Уравнения магнитной гидродинамики.

4. Шкала оценивания, минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, максимальное количество баллов.

Уровень знаний поступающего оценивается экзаменационной комиссией по **100-балльной шкале**. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет **50 (пятьдесят) баллов**. Максимальное количество баллов составляет **100 (сто) баллов**.

Шкала оценивания на вступительном испытании по специальной дисциплине:

Оценка *«100 – 76» – «5» баллов (по пятибалльной шкале) выставляется, если поступающий демонстрирует:*
- глубокие знания основных понятий в области научной специальности, умение оперировать ими;
- высокую степень полноты и точности рассмотрения основных вопросов, раскрытия темы;
- отличное умение представить основные вопросы в научном контексте;
- отличное владение научным стилем речи.

Оценка «75 – 64» – «4» балла (по пятибалльной шкале) выставляется, если поступающий демонстрирует:
- хорошие знания основных положений в области научной специальности, умение оперировать ими, демонстрируются единичные неточности;
- достаточная степень полноты и точности рассмотрения основных вопросов, раскрытия темы, демонстрируются единичные неточности;
- единичные (негрубые) стилистические и речевые погрешности;
- умение защитить ответы на основные вопросы;
- хорошее владение научным стилем речи.

Оценка «63 – 50» – «3» балла (по пятибалльной шкале) выставляется, если поступающий демонстрирует:
- удовлетворительные знания основных понятий в области научной специальности, умение оперировать ими, неточности знаний;
- удовлетворительная степень полноты и точности рассмотрения основных вопросов, раскрытия темы;
- посредственные ответы на вопросы.

Оценка «менее 50» – «2» балла (по пятибалльной шкале) выставляется, если поступающий демонстрирует:
- грубые ошибки в знании основных положений в области научной специальности;
- отсутствие знаний основных положений в области научной специальности, умения оперировать ими;
- недостаточное владение научным стилем речи;
- не умение защитить ответы на основные вопросы.

5. Рекомендуемая литература

Рекомендуемая основная литература

№	Название
1.	Лойцянский, Л.Г. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойцянский. - М.: [не указано], 2012. - 210 с.
2.	Штеренлихт, Д. В. Гидравлика : учебник / Д. В. Штеренлихт. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2015 — 656 с. — ISBN 978-5-8114-1892-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/64346

3.	Андрижиевский А.А. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Андрижиевский А.А.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2014.— 207 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/35498.— ЭБС «IPRbooks»
4.	Зауэр, Р. Введение в газовую динамику / Р. Зауэр ; перевод Г. А. Вольперт. — Москва, Ижевск: Регулярная И хаотическая динамика, Институт Компьютерных исследований, 2019 — 228 с. — ISBN 978-5-4344-0767-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная Система IPR BOOKS:[сайт]. URL: http://www.iprbookshop.ru/92110.html. — ЭБС «IPRbooks»
5.	Людвиг, Прандтль Гидроаэромеханика / Прандтль Людвиг ; перевод Г. А. Вольперт. — 2-е изд. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019 — 572 с. — ISBN 978-5-4344-0787-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. —URL: http://www.iprbookshop.ru/92037.html. — ЭБС «IPRbooks»
6.	Новикова А.М. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Новикова А.М., Кудрявцев А.В., Иваненко И.И.— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург:Санкт-Петербургский Государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 140 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/58534.html. — ЭБС «IPRbooks»
7	Прандтль, Людвиг. Гидроаэромеханика [Электронный ресурс] / Прандтль Людвиг. — Москва-Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2013. — 572 с. – URL: http://www.iprbookshop.ru/17617
8.	А.Г. Терентьев. Теория упругости с элементами сопротивления материаллов и пластичности: учеб. пособие / А.Г. Терентьев.- Чебоксары: Изд-во Чуваш. Ун-та, 2016. – 264 с.

Рекомендуемая дополнительная литература

№	Название
1.	Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.
2.	Прандтль Л. Гидроаэромеханика. – РХД, 2004.
3.	Седов Л.И. Механика сплошной среды: в 2 т. Т. 1, 2. – СПб: Лань, 2004.
4.	Овсянников Л.В. Лекции по основам газовой динамики. М.: Бином, 2004.
5.	Terentiev A.G., Kirschner I.N., Uhlman J.S. The Hydrodynamics of Cavitating Flows. Backbone Publishing Company, USA, 2011. – 598 p.
6.	Тюлина И.А., Чиненова В.Н. История механики. Ч. 1, 2. М., изд-во МГУ, 2012.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы.

- пакет OpenOffice;
- пакет Microsoft Office;
- программное обеспечение для работы в сети Internet;
- Электронно-библиотечная система «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru/
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU http://elibrary.ru/